

B

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09304139 A

(43) Date of publication of application: 28 . 11 . 97

(51) Int. Cl.

G01F 1/66

(21) Application number: 08121278

(22) Date of filing: 16 . 05 . 96

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: NAGAOKA YUKIO
OCHI KENZO
NAKABAYASHI YUJI

(54) MEASURING APPARATUS FOR FLOW RATE

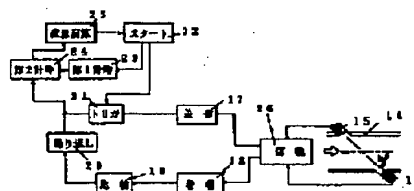
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an apparatus whose power consumption is low and whose accuracy is high by a method wherein, when a repetitive operation is started, a low-frequency clocking means is started, a high-frequency clocking means is started after its set time, both means are stopped when the repetitive operation is finished and a flow rate is found on the basis of the difference between the total time at the start and that at the finish.

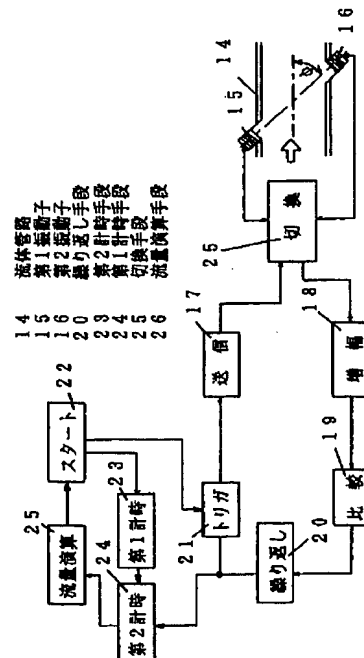
SOLUTION: Vibrators 15, 16 which transmit and receive ultrasonic waves are driven by a transmission circuit 17, and the ultrasonic waves are amplified by an amplifier circuit 18. When an amplified signal is at a reference signal or higher by a comparison circuit 19, an ultrasonic signal is transmitted repeatedly from a trigger circuit 21 by using a repetition means 20. First, ultrasonic waves are transmitted from the vibrator 15 so as to be received by the vibrator 16. When the circuit 21 starts a repetitive operation by a start circuit 22, a clocking means 23 which comprises a low-frequency oscillator is started, and a clocking means 24 which comprises a high-frequency oscillator is started after a preset time. When the repetitive operation in the prescribed number of times is finished, the means 23, 24 are stopped. The vibrators 15, 16 are changed over by a changeover means 25, and a

measurement is performed in the same manner. On the basis of counted values of the means 23, 24, the total time at the start and that at the finish are found respectively, and a flow rate is found on the basis of the difference between them.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰り返し手段と、繰り返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器から信号のカウントを開始し繰り返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第1計時手段と前記第2計時手段から総時間を算出し、それぞれの総時間の差から流量を求める流量演算手段とを備えた流量計測装置。

【請求項2】繰り返し手段の回数を変更する回数設定手段と、前記回数設定手段の値に応じて、第1計時手段の設定時間を変更した請求項1記載の流量計測装置。

【請求項3】流量演算手段の測定値によって回数設定手段の値を変更する請求項2記載の流量計測装置。

【請求項4】第2計時手段が第1計時手段のてい倍回路から構成された請求項1記載の流量計測装置。

【請求項5】第2計時手段が第1計時手段の設定時間から積算される積分回路から構成された請求項1記載の流量計測装置。

【請求項6】第2計時手段は、カウント開始直前に発振を開始する請求項1記載の流量計測装置。

【請求項7】流体の温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段の値によって、第1計時手段の設定時間を変更する請求項1記載の流量計測装置。

【請求項8】第1計時手段と第2計時手段とが同一のカウンタで構成され、低周波発振器のカウント終了後にリセットされ、高周波発振器のカウントを開始する請求項1記載の流量計測装置。

【請求項9】前回の第2計時手段の値に基づいて第1計時手段の設定時間を設定する請求項1記載の流量計測装置。

【請求項10】第2計時手段のオーバーフローを検出するオーバーフロー検出手段により、計測値を無効にする請求項1記載の流量計測装置。

【請求項11】オーバーフロー検出手段により、第1計時手段により再計測する請求項1記載の流量計測装置。

【請求項12】流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰り返し手段と、繰り返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰り返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第2計時手段のそれぞれの計時値の差から流量を求める流量演算手段とを備えた流量計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波を利用して

ガスなどの流量を計測する流量計測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の流量計測装置は、図14に示すように、流体管路1の一部に超音波振動子2と3を流れの方向に相対して設け、スタート手段4で計時手段5の計時を開始するとともに、トリガ手段6から送信手段7でバースト信号送出し、振動子1から流れ方向に超音波を発生させ、この超音波を振動子2で受信し、増幅手段8と比較手段9で検出すると繰り返し手段10を介して遅延手段11で遅延時間を設けて再び振動子1から超音波を発生させ、この繰り返しを所定回数行ったときに計時手段を停止させ時間を計測する。また逆に切換手段12で振動子を切り換え、振動子2から流れに逆らって超音波を発生し振動子1で受信させ、この繰り返し時間をカウンタで計測し、このカウンタの差から時間を求め流量演算手段13で流量を演算していた。計時手段5は、一定の周波数の発振器の信号をカウンタで計測し時間を求めている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の流量計測装置では計時中にクロックとカウンタが常時作動しており、超音波の伝搬時間差が小さいので時間の分解能を上げるためにはメガヘルツ以上の高速クロックを使用するために周波数に比例する消費電力が大きくなっていた。このため低消費電力で高精度な計測値を得ることが課題になっていた。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰り返し手段と、繰り返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰り返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第1計時手段と前記第2計時手段から総時間を算出し、それぞれの総時間の差から流量を求める流量演算手段とを備え、流量を計測するものである。上記発明によれば、低消費電力でありながら高精度の流量値を得ることができる。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明は、流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰り返し手段と、繰り返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰り返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第1計時手段と前記第2計時手段から総時

間を算出し、それぞれの総時間の差から流量を求める流量演算手段とを備えたものである。そして、計測に要する時間のうち大半は周波数の低い第1計時手段であり、精度が必要な時のみ高い周波数の第2計時手段が起動するので、低消費電力でありながら高い分解能を得ることができる。

【0006】また、繰り返し手段の回数を変更する回数設定手段と、前記回数設定手段の値に応じて、第1計時手段の設定時間を変更したものである。そして、より高い精度が必要になって繰り返し回数を変更しても、それに応じて最適なカウンタの設定が行われるので消費電力は大きくならない。

【0007】また、流量演算手段の測定値によって回数設定手段の値を変更したものである。そして、分解能が必要な小流量の時に繰り返し回数を多く、それに伴って第2計時手段の起動のタイミングを切り換えるので、高精度な流量計測を自動的設定することができる。

【0008】また、第2計時手段が第1計時手段のてい倍回路から構成したものである。そして、第2計時手段が第1計時手段と同一の発信源から整数倍の高い周波数によって計時するので、第2計時手段の計時が第1計時手段と同期して行われ再現性の高い計時が可能となり、かつ発信源が1つで構成できる。

【0009】また、第2計時手段が第1計時手段の設定時間より積算する積分回路から構成したものである。そして積分時間が比較的短いので分解能の高い計測が可能である。

【0010】また、第2計時手段は、カウント開始直前に発振を開始するように構成したものである。そして発信器が必要となすのみ作動するのでより一層の低消費電力化が可能である。

【0011】また流体の温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段の値によって、第1計時手段の設定時間を変更するものである。そして温度による超音波伝搬時間に対応して第2計時手段の作動を変更するので、計時が可能な範囲で低消費電力化が達成される。

【0012】また、第1計時手段と第2計時手段とが同一のカウンタで構成され、低周波発振器のカウント終了後にリセットされ、高周波発振器のカウントを開始するものである。そして1つのカウンタで2つの計時手段のカウントを切り換えて行うので構成部品が少なくできる。

【0013】また、前回の第2計時手段の値に基づいて第1計時手段の設定時間を設定するものである。そして前回の計測実績に基づいて設定するので誤動作がなくかつ低消費電力になるタイミングが設定される。

【0014】また、第2計時手段のオーバーフローを検出するオーバーフロー検出手段により、計測値を無効にするものである。そしてオーバーフローによって誤動作を検出するため誤った計測値を排除することができる。

【0015】また、オーバーフロー検出手段により、第1計時手段により再計測するものである。そして誤動作時には直ちに第1計時手段で正常な値を求めることができる。

【0016】流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰り返し手段と、繰り返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰り返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第2計時手段のそれぞれの計時値の差から流量を求める流量演算手段とを備えたものである。そして、精度が必要な時のみ高い周波数の第2計時手段が起動するので、低消費電力でありながら高い分解能を得ることができる。

【0017】以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

(実施例1) 図1は本発明の実施例1の流量計測装置のブロック図である。また図2は流量計測装置のフローチャートである。

【0018】図1において、流体管路14の途中に超音波を送信する第1振動子15と受信する第2振動子16が流れ方向に配置されている。17は第1振動子15への送信回路、18は第2振動子16で受信した信号の増幅回路で、この増幅された信号は基準信号と比較回路19で比較され、基準信号以上の信号が検出されたとき繰り返し手段20により繰り返されてトリガ回路21で超音波信号を繰り返し送信する。まず、振動子15から送信され振動子16で受信され、すなわち上流から下流へと超音波が伝搬される。スタート回路22によりトリガ回路21で繰り返しが始まったときに低周波発振器を有する第1計時手段23を起動し、カウンタがカウントを始める。第1計時手段23ではあらかじめ設定された値があり、この値を過ぎると高周波数発振器を有する第2計時手段24がカウントを始める。所定回数の繰り返しが終了すると第2計時手段24および第1計時手段23のカウントを停止する。この値はマイクロコンピュータ(図示せず)に読み込まれる。

【0019】次に切換手段25で第1振動子15と第2振動子16の送受信を切り換えて、第2振動子16から第1振動子15すなわち下流から上流に向かって超音波信号を送信し、この送信を前述のように第1計時手段23で設定された値で第2計時手段24を作動させる。繰り返しが終了すると第1及び第2計時手段のカウントを停止させ値を読み込む。このとき、流体管路に流れがあれば下流から上流への超音波の伝搬時間は遅れるのでカウンタの値は大きくなる。第2計時手段25の下流から上流と上流から下流へのカウンタの差を流量演算手段26で求め、さらに流体管路14の断面積や流れの状態などを考慮して流量値を演算する。

【0020】次に図2のフローチャートを用いて動作を説明する。スタート27により計測が開始すると、スイッチ切換28で第1振動子15から第2振動子16へ超音波を送信可能な状態にする。第1計時手段29のカウンタがスタートすると同時にトリガ30によってバースト送信が開始され、前述のように超音波の受信と送信が連続的に繰り返される。そして第1計時手段が設定値に達したか否かの判断を第1計時設定判断31で行い、設定値を超えた場合には第2計時手段開始32で第2計時手段のカウントを開始する。そして繰り返し回数が設定に達すると回数判定33によって繰り返しを停止するとともに、カウンタを停止させ計時34で第1計時手段と第2計時手段のカウント値を計測し、このカウント値から計測開始から終了までの時間T1を求める。次にスイッチ切換28で第2振動子16から第1振動子15へ超音波を送信可能な状態にする。そして超音波の送受信の繰り返しを行い、同様に第1計時手段と第2計時手段のカウント値を計測し時間T2を求め計測終了判定35で計測を終了の判断を行い、時間T1とT2から流量演算手段36で次の演算を行い、流量Qを求める。

【0021】 $Q = K * ((1/T1) - (1/T2))$
Kは流体の音速や、流路の通過断面積などから決まる定数である。

【0022】流体の音速(空気の場合340m/sec)に比べ測定する流速の変化は10m/secであるので発生する時間差は繰り返しを行っても短い。したがって計測時間のうち第2計時手段24が作動している時間は短い。

【0023】(実施例2)図3は本発明の実施例2の流量計測装置のブロック図である。実施例1と異なるところは、繰り返し手段20の設定回数を回数設定手段37変更させるとともに、この回数設定手段37の値に応じて第1計時手段23の設定値をへんこうさせる。例えば、高精度の計測を行う場合には繰り返し回数を大きく設定するが、繰り返し回数が大きくなるほど設定値を大きくして第2計時手段24の計時開始を遅らせるものである。

【0024】(実施例3)図4は本発明の実施例3の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、回数設定手段37の値を流量演算手段26の値によって変更し、さらに回数設定手段37の値に応じて第1計時手段23の設定値を変更する。例えば流量精度が要求されるところでは回数設定手段の値を大きくすなわち繰り返しを多くするとともに、計測時間が長くなるので第2計時手段のスタートを遅らせるものである。

【0025】(実施例4)図5は本発明の実施例4の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24の発振器を第1計時手段23の発振器のてい倍回路24Aから構成した点にある。てい倍回路24Aは入力周波数の整数倍の発振を得ることのできるもので、例えばPLL(フェイズ・ロックト・ル

ープ)回路を使用して構成できる。

【0026】(実施例5)図6は本発明の実施例5の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24を積分回路で構成した点にある。積分回路24Bは第1計時手段23から設定時間の信号を受けると一定の電圧源からの信号の積分を開始し、繰り返しが終了した時点で積分を停止し、この積分回路の電圧をA/Dコンバータなどの手段で読みとる。

【0027】(実施例6)図7は本発明の実施例6の流量計測装置のブロック線図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24の発振回路24Cが通常は停止しており、第1計時手段23の設定値によって発振を開始する点にある。すなわち第1計時手段23に2つの設定値があてはまらず第1の設定値で第2計時手段24の発振回路24Cの発振が開始され、第1計時手段23の第2の設定値でカウンタが作動して計時を始める。第1計時手段23の第1の設定値と第2の設定値との時間差は振動子が発振を始めてから安定な周波数を得ることできるように設定してある。

【0028】(実施例7)図8は本発明の実施例7の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、流体の温度検出手段を周した点にある。すなわち流体の温度を検出する温度検出手段38により音速を計算し、その値によって超音波の伝搬時間の変化によって第2計時手段24をスタートさせる第1計時手段23の設定値の変更を設定変更23Aで行うものである。温度検出手段38としてたとえば抵抗値変化や熱起電力を利用するものがあるが、超音波の伝搬時間から求めることもできる。

【0029】(実施例8)図9は本発明の実施例8の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、カウンタ23Bを第1計時手段23と第2計時手段24とで共用した点にある。第1計時手段23によって設定時間が第2計時手段24に伝達されると同時にカウンタをリセットし、直ちに第2計時手段24からの信号をカウントさせるものである。実施例5で述べたように第1計時手段23が2つの設定値を有し、第2計時手段24の発振をあらかじめ立ち上げた後にカウンタ23Bをリセットさせるとさらに精度が良好になる。

【0030】(実施例9)図10は本発明の実施例9の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24の値によって第1計時手段23の設定値を変更した点にある。第2計時手段24はなるべく短い時間でカウントを終了させる方が消費電力の点から有利であるが、超音波の伝搬時間が温度によって変化するので注意が必要である。例えばマイコンのメモリのような記憶手段39によって第2計時手段24のカウント値を保存する。このカウント値は過去の複数の値を平均したものが使用され、そしてそのカウント値に応じて第2計時手段24を起動させる第1計時手段24の

設定時間を変更することができる。例えば、カウンタ値が多く用意したカウンタの値を超えてオーバーフローする危険がある場合には第2計時手段24の起動を遅らせ、また逆に第2計時手段24の起動よりも早く測定終了になる危険性がある場合には起動を早めることができる。

【0031】(実施例10)図11は本発明の実施例10の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24のカウンタのオーバーフローを検出することにより計測値を無効にする点にある。例えば設計範囲を超えたような大流量が流れた場合や異常な温度になった場合など、第2計測手段24の値が大きすぎてカウンタ値がオーバーフローして正常な値を示さない場合が考えられる。本実施例ではこの場合、第2計測手段24のカウンタの異常をオーバーフロー検出手段40により検出し、この信号を流量演算手段26に伝達し計測値を無効にするような演算を行う。

【0032】(実施例11)図12は本発明の実施例11の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、第2計時手段24のカウンタのオーバーフローを検出することにより第1計時手段23のみで計測を行う点にある。オーバーフローが発生するのは前述のように設計範囲を超えた大流量が流れた場合であり、この場合、前述の時間計測値T1とT2の差は大きく、低周波の第1計時手段23でも多少精度が低下しても計測を行うことができる。本実施例ではオーバーフロー検出手段40で検出した信号により、第2計時手段24の値を参照せず第1計時手段23の値により流量を演算するものである。

【0033】(実施例12)図13は本発明の実施例12の流量計測装置のブロック図であり、実施例1と異なるところは、切換手段とを有しない点にある。切換手段を有しないために流量精度の低下はあるものの簡便な手段で大まかな流量計測値を得ることができる。

【0034】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明の流量計測装置によれば次の効果が得られる。

【0035】(1)本発明は、流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰返し手段と、繰返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰返し終了時に停止する第2計時手段と、前記第1計時手段と前記第2計時手段から総時間を算出し、それぞれの総時間の差から流量を求める流量演算手段とを備えたので、低消費電力でありながら高い分解能を得ることができる。

【0036】(2)繰返し手段の回数を変更する回数設定手段と、前記回数設定手段の値に応じて、第1計時

手段の設定時間を変更したので、より高い精度が必要になって繰返し回数を変更しても、それに応じて最適なカウンタの設定が行われるので小さな消費電力でより一層の高精度な計測ができる。

【0037】(3)流量演算手段の測定値によって回数設定手段の値を変更したので、分解能が必要な小流量の時に繰返し回数を多く、それに伴って第2計時手段の起動のタイミングを切り換えるので、高精度な流量計測を自動的設定することができる。

【0038】(4)第2計時手段が第1計時手段のてい倍回路から構成したので、第2計時手段が第1計時手段と同一の発信源から整数倍の高い周波数によって計時するので、第2計時手段の計時が第1計時手段と同期して行われ再現性の高い計時が可能となり、かつ発信源が1つで構成できる。

【0039】(5)第2計時手段が第1計時手段の設定時間より積算する積分回路から構成したので、積分時間が比較的短くできるので分解能の高い計測が可能である。

【0040】(6)第2計時手段は、カウント開始直前に発振を開始するように構成したので、発信器が必要とされるのみ作動しより一層の低消費電力化が可能である。

【0041】(7)流体の温度を検出する温度検出手段と、前記温度検出手段の値によって、第1計時手段の設定時間を変更するので、温度による超音波伝搬時間に対応して第2計時手段の作動を変更し、計時が可能な範囲で低消費電力化が達成される。

【0042】(8)第1計時手段と第2計時手段とが同一のカウンタで構成され、低周波発振器のカウント終了後にリセットされ、高周波発振器のカウントを開始するので、1つのカウンタで2つの計時手段のカウントを切り換えて行ない構成部品が少なくできる。

【0043】(9)前回の第2計時手段の値に基づいて第1計時手段の設定時間を設定するので誤動作がなくかつ低消費電力になるタイミングが設定される。

【0044】(10)第2計時手段のオーバーフローを検出するオーバーフロー検出手段により、計測値を無効にするので、オーバーフローによって誤動作を検出でき誤った計測値を排除することができる。

【0045】(11)オーバーフロー検出手段により、第1計時手段により再計測するので、第2計測手段の誤動作時にも第1計時手段で大まかな正常な値を求めることができる。

【0046】(12)流体管路に設けられ超音波信号を送受信する第1振動子及び第2振動子と、前記振動子の送受信の切換手段と、前記振動子間相互の超音波伝搬を複数回行う繰返し手段と、繰返し開始時に低周波発振器の信号をカウントする第1計時手段と、前記第1計時手段の設定時間後に高周波発振器の信号をカウントを開始し、繰返し終了時に停止する第2計時手段と、前

記第2計時手段のそれぞれの計時値の差から流量を求める流量演算手段とを備えたので、精度が必要な時のみ高い周波数の第2計時手段が起動するので、低消費電力でありながら高い分解能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の流量計測装置の制御ブロック図

【図2】同装置のフローチャート

【図3】本発明の実施例2の流量計測装置のブロック図

【図4】本発明の実施例3の流量計測装置のブロック図

【図5】本発明の実施例4の流量計測装置のブロック図

【図6】本発明の実施例5の流量計測装置のブロック図

【図7】本発明の実施例6の流量計測装置のブロック図

【図8】本発明の実施例7の流量計測装置のブロック図

【図9】本発明の実施例8の流量計測装置のブロック図

【図10】本発明の実施例9の流量計測装置のブロック図

【図11】本発明の実施例10の流量計測装置のブロック図

【図12】本発明の実施例11の流量計測装置のブロック図

ク図

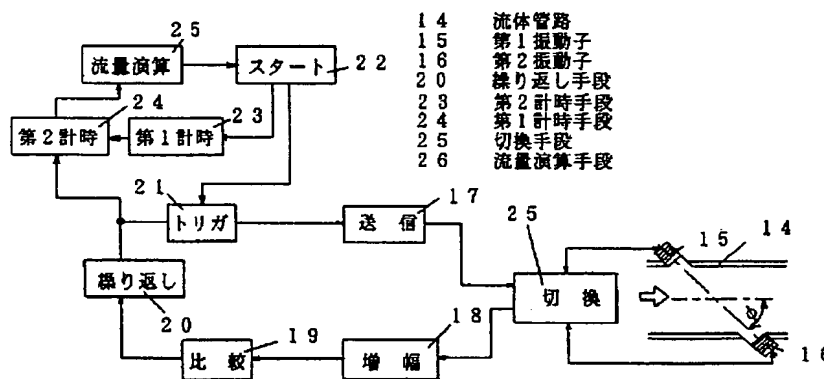
【図13】本発明の実施例12の流量計測装置のブロック図

【図14】従来の流量計測装置のブロック図

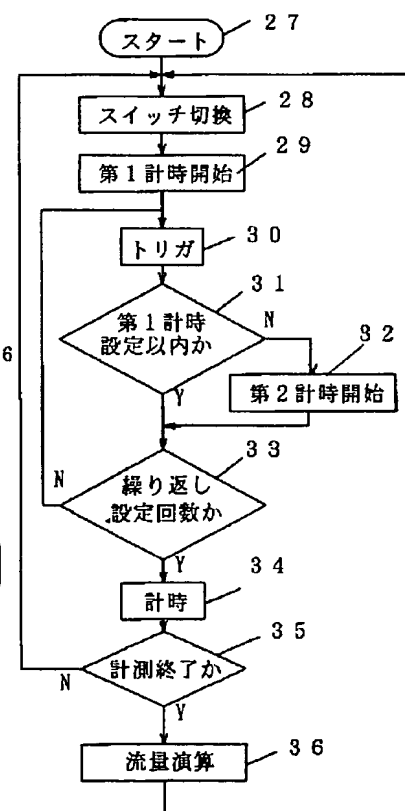
【符号の説明】

- 14 流体管路
- 15 第1振動子
- 16 第2振動子
- 20 繰返し手段
- 23 第1計時手段
- 23B カウンタ
- 24 第2計時手段
- 24A てい倍回路
- 24B 積分回路
- 25 切換手段
- 26 流量演算手段
- 37 回数設定手段
- 38 温度検出手段
- 40 オーバーフロー検出手段

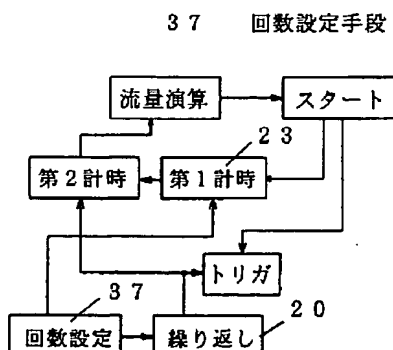
【図1】



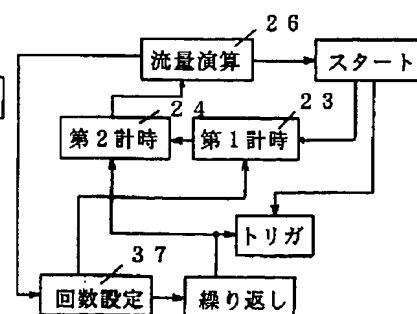
【図2】



【図3】

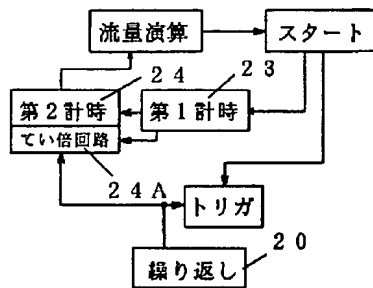


【図4】



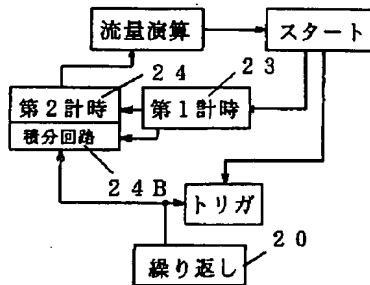
【図5】

2 4 A てい倍回路

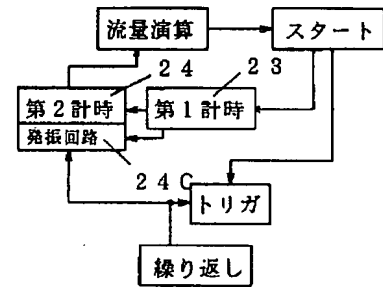


【図6】

2 4 B 積分回路

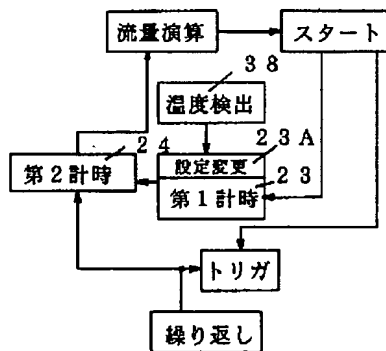


【図7】



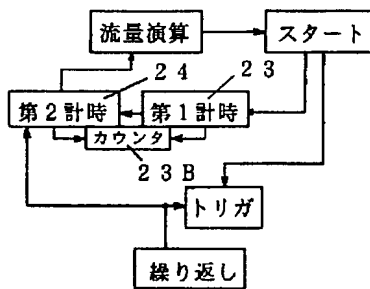
【図8】

3 8 温度検出手段

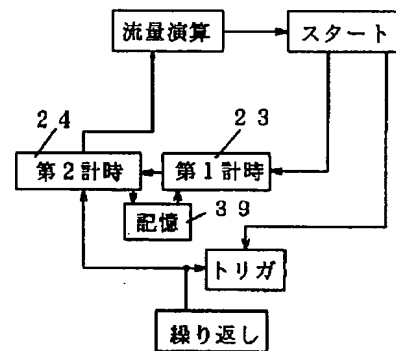


【図9】

2 3 B カウンタ



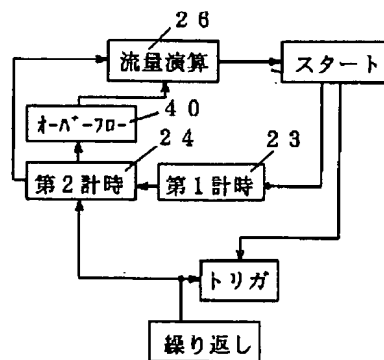
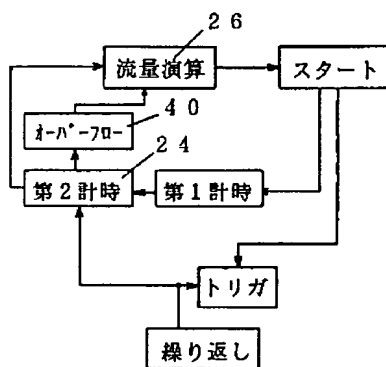
【図10】



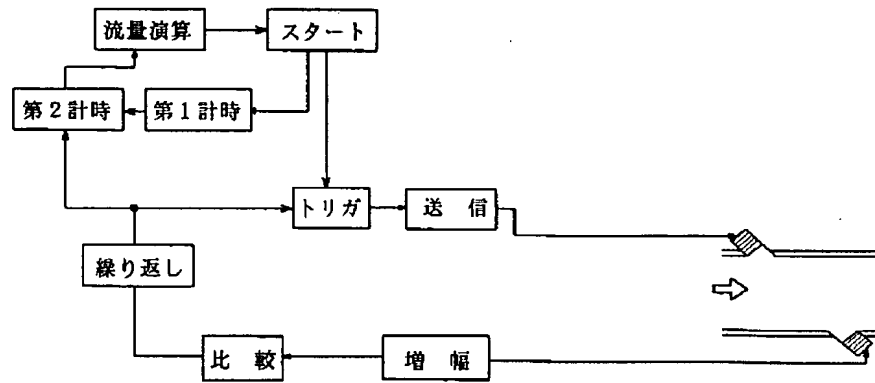
【図12】

【図11】

4 0 オーバーフロー検出手段



【図13】



【図14】

